

PAT-NO: JP02002301700A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002301700 A
TITLE: MANUFACTURING METHOD FOR NANOTUBE PROBE
PUBN-DATE: October 15, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
CHIN, SHINKI	N/A
SAITO, TAKESHI	N/A
YAMADA, TAKAFUMI	N/A
MATSUSHIGE, KAZUMI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KANSAI TLO KK	N/A

APPL-NO: JP2001106641
APPL-DATE: April 5, 2001

INT-CL (IPC): B82B003/00 , C01B031/02 , G01N013/12 , G01N013/16

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of easily manufacturing a nanotube probe in a short time.

SOLUTION: When the alternating current voltage is applied between a holder 10 having a sharp end 11 and an opposed electrode 12, electric lines of force connecting both the electrodes 10 and 12 is concentrated to the sharp end 11. In this condition, the liquid (migration liquid) 13 including nanotubes is interposed between the sharp end 11 of the holder 10 and the opposite electrode 12 so that the nanotubes are orientated along the electric lines of force in the longitudinal direction thereof. Multiple nanotubes are concentrated to the sharp end 11 of the holder 10, to which the electric power line is concentrated, and a part thereof is adhered to the sharp end 11 of the holder 10. The adhered nanotube 14 is fixed to the sharp end 11 of the holder 10 by the Van der Waals force.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-301700
(P2002-301700A)

(43) 公開日 平成14年10月15日 (2002. 10. 15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
B 8 2 B 3/00		B 8 2 B 3/00	4 G 0 4 6
C 0 1 B 31/02	1 0 1	C 0 1 B 31/02	1 0 1 F
G 0 1 N 13/12		G 0 1 N 13/12	D
13/16		13/16	C

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-106641(P2001-106641)

(22) 出願日 平成13年4月5日 (2001. 4. 5)

(71) 出願人 899000046

関西ティー・エル・オー株式会社
京都府京都市下京区中堂寺栗田町1番地

(72) 発明者 陳 新奇

京都市左京区吉田本町 京都大学ベンチャー
ビジネスラボラトリー内

(72) 発明者 齋藤 毅

京都市左京区吉田本町 京都大学ベンチャー
ビジネスラボラトリー内

(74) 代理人 100095670

弁理士 小林 良平 (外1名)

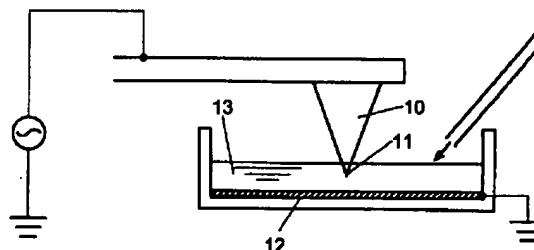
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ナノチューブ探針の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 容易に且つ短時間で、ナノチューブ探針を製造することのできる方法を提供する。

【解決手段】 先端11を有するホルダー10と対向電極12との間に交流電圧を印加すると、両電極10、12を結ぶ電気力線がホルダー10の先端11に集中する。この状態でホルダー10の先端11と対向電極12との間にナノチューブを含む液（泳動液）13を介在させることにより、ナノチューブはその長手方向が電気力線に沿うように配向する。そして、電気力線が集中するホルダー10の先端11には多くのナノチューブが集中し、一部はホルダー10の先端11に付着する。付着したナノチューブ14は、ファン・デル・ワールス (Van der Waals) 力によりホルダー10の先端11に固定される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 先端を有するホルダーと対向電極との間にナノチューブを含む液を介在させ、所定の交流電圧を印加することによりホルダーの該先端にナノチューブを固定することを特徴とするナノチューブ探針の製造方法。

【請求項2】 対向電極を平板電極とし、複数のホルダーの先端を平板電極に対して略同一距離に対向して配置することを特徴とする請求項1記載のナノチューブ探針の製造方法。

【請求項3】 ナノチューブがカーボンナノチューブであることを特徴とする請求項1又は2に記載のナノチューブ探針の製造方法。

【請求項4】 先端を有するホルダーが、表面を導体膜で覆った非導体又は半導体から成ることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のナノチューブ探針の製造方法。

【請求項5】 上記ホルダーとして導電性カンチレバーを利用する請求項1～3のいずれかに記載のナノチューブ探針の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走査トンネル顕微鏡(Scanning Tunneling Microscope;STM)、原子間力顕微鏡(Atomic Force Microscope;AFM)等の走査プローブ型顕微鏡、或いは、物質の表面を原子単位で操作するナノ操作装置(Atomic/Molecular Manipulator)等に用いられる探針(プローブ)に関する。

【0002】

【従来の技術】高分解能の実空間像を得る装置としてSTMやAFMが広く用いられるようになってきたが、それらの最も重要な部品の一つが探針(プローブ)である。これらの顕微鏡は、探針の先端と対象物の表面とのトンネル電流や原子間力により表面の性状を検出するのであるため、その先端の品質が像の分解能を左右する。

【0003】この探針として、導電性が要求されるSTMでは先端を鋭く化学エッチした金属線、或いは単にはさみで切り落としただけの金属線が使われている。また、導電性が要求されないAFMでは、微細加工により作製されたシリコン又は窒化シリコンのピラミッドがよく用いられている。どちらの場合も探針の先端は数十nm程度の広がりを持っているが、このような鈍な先端でもサブナノメートルオーダーの分解能が得られるのは、広がりを持った先端の中に原子スケールの突起がたまたま都合の良い場所にできていて、それが試料表面との主要な接触点となるからである。しかし、そのような突起が存在する場合でも、そのサイズ、形、組成は全くわからないし、走査中もよく変化するといわれている。

【0004】そこで、カーボンナノチューブを探針とし

て使用するという提案がなされた(Nature, 384(1996), p.147)。カーボンナノチューブはネットワーク状のグラファイト型炭素により形成されるチューブであり、単層壁であるシングルウォールタイプと多層壁を持つマルチプルウォールタイプがある。長さはいずれも数十nmから数 μ m程度であるが、直径はシングルウォールタイプのものが0.4～5nmであるのに対し、マルチプルウォールタイプのものは2～50nmと大きく異なる。しかし、いずれにせよこのように高いアスペクト比を有するナノチューブを探針として用いれば、上記従来の探針よりも遙かに鋭い先端を得ることができる。その結果、例えば図5(a)のように従来のピラミッド型の探針では十分トレースすることができないような急峻な表面凹凸も、同図(b)に示すように精度良く検出することができるようになる。また、マルチプルウォールタイプのような導電性のカーボンナノチューブを用いた場合には、STMとAFMの双方に探針として使用することができる。

【0005】カーボンナノチューブはこのように小さなものであるため、これを実際に探針の先端に固定するには困難が伴う。特開2000-227435及び特開2000-249712にはカーボンナノチューブをホルダに固定するための方法が開示されているが、いずれも、複数本のナノチューブを束ね、その中の1本のナノチューブを突出させたもの(NT束)をコーティング膜でホルダーに固定するというものである。コーティング膜としては、浮遊炭素物質を電子ビームで堆積させるカーボン膜やCVD(化学気相析出法)・PVD(物理蒸着法)等により形成することが考えられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記特開2000-227435には、ナノチューブをホルダーに固定する具体的方法が次のように記載されている(同公報の請求項10)。カーボンナノチューブを分散させた電気泳動液41内の電極42、43間に電圧を印加して(図4(a))、電極42にナノチューブ44を突出状に付着させる(第1工程。同図(b))。このようにしてナノチューブ44を突出状に付着させた電極42とホルダー45とを極微接近させ(同図(c))、ナノチューブ44の先端部が突出した状態で、その基端部がホルダー面に付着するようにナノチューブ44をホルダー45に転移させる(第2工程)。ホルダー面に付着したナノチューブ44の基端部を少なくとも含む所要領域をコーティング処理する。このコーティング膜により、ナノチューブがホルダーに固着される(第3工程)。

【0007】なお、特開2000-249712では上記第3工程が「ナノチューブとホルダーの間に電流を流して基端部をホルダーに融着させる」(請求項9)又は「電子ビーム照射によりナノチューブの基端部をホルダーに融着させる」(請求項10)とされている。

【0008】しかし、いずれにおいても、ナノチューブ

44をホルダー45に移転させる第2工程では、「電子顕微鏡内で実観察しながら操作する」とこととされている(両公報とも請求項11及び[0042]~[0044])。前記の通り、ナノチューブは太さが1nm以下から数十nmという極微のものであるため、このように電子顕微鏡内で実際にナノチューブの先端とホルダーの先端とを3次元的に突き合わせる(図4(c))ことは非常に困難であり、職人的な技術が必要とされる。すなわち、従来の方法では誰でもが容易に探針を製造するということができず、また、1本の探針を作製するために非常に長い時間がかかるという欠点があった。

【0009】本発明はこのような課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、容易に且つ短時間で、ナノチューブを先端に有する探針を製造することのできる方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために成された本発明に係るナノチューブ探針の製造方法は、先端を有するホルダーと対向電極との間にナノチューブを含む泳動液を介在させ、所定の交流電圧を印加することによりホルダーの該先端にナノチューブを固定するというものである。

【0011】

【発明の実施の形態】ホルダーと対向電極との間に電圧を印加すると、両電極を結ぶ電気力線がホルダーの先端に集中する。この状態で図1に示すようにホルダー10の先端11と対向電極12との間にナノチューブを含む液(泳動液)13を介在させることにより、ナノチューブはその長手方向が電気力線に沿うように配向する。そして、電気力線が集中するホルダー10の先端11には多くのナノチューブが集中する。これらのナノチューブ14の一部は、図2(a)に示すようにホルダー10の先端11に付着する。同図(b)に示すように複数のナノチューブ14が付着する場合もあるが、多くの場合、いずれか1本のナノチューブが最も突出して付着するので、それを探針の先端として使用することができる。仮に、複数のナノチューブがほぼ同一の長さに突出するように付着したものがあれば、それは検査により排除するようにすればよい。

【0012】付着したナノチューブ14は、ファン・デル・ワールス(Van der Waals)力によりホルダー10の先端11に固定される。ナノチューブ14は上記のように径が小さいものであるため、この固定力は非常に強く、何らの接着手段を必要としない。このナノチューブ14の固定は、泳動液13を介在させた後数分程度で行われる。従って、両電極間10、12に泳動液13を介在させてから数分後にホルダー10を泳動液13から引き掲げることにより、ホルダー10の先端11にナノチューブ14が固定された探針が得られる。

【0013】ホルダー10としては、従来よりSTMや

AFM等の探針として用いられていた金属線やシリコン又は窒化シリコンのピラミッドを使用することができる。金属線の場合はそのまま使用することができるが、シリコンや窒化シリコンのように非導体又は半導体の場合は、予めCVD、PVD等により表面を導体膜(金属膜、炭素膜等)で覆っておく。なお、従来のSTMやAFM等で用いられているカンチレバーそのものをホルダーとしてもよい。

【0014】本発明者の実験によると、ホルダー10の先端11と対向電極12との間に印加する電圧は、交流とする必要がある。また、その周波数は1~20MHzであることが望ましい。電圧の大きさはホルダー10の先端11と対向電極12との間の距離に応じて適宜設定する必要があるが、例えば、通常それ自身で探針として使用されているシリコンピラミッド(に金属膜を被覆したもの)をホルダー10として使用した場合、その先端11と対向電極12との間の距離を30 μ mとしたときに電圧は1V程度としておく。

【0015】ナノチューブを含む液(泳動液)13については特に限定されることはなく、メタノール、エタノール等の一般に用いられている液を用いることができる。

【0016】ホルダー10と対向電極12との間の距離を定めるには種々の方法をとることができるが、一例としてはAFM装置を用いることができる。すなわち、一旦ホルダー10の先端11と対向電極12とを原子間力が働く距離まで近づけた後、所定の距離だけ離すという方法で、両者間の正確な距離を定めることができる。

【0017】泳動液は、ホルダー10の先端11と対向電極12の間の距離を定める前に導入しておいても構わないし、距離を定めた後、電圧を印加する前でもよい。更には、泳動液の液のみの導入と、その液へのナノチューブの投入とを時間的に分離してもよい。

【0018】具体的には、例えば、まずホルダー10の先端11と対向電極12との間の距離を定めて両者を配置し、電圧を印加した後にナノチューブが入った泳動液を流し込む。或いは、距離を定めた後、液のみを流し込み、電圧を印加した後に液にナノチューブを投入する。更には、液の中にホルダー10の先端と対向電極12とを漬けた状態で両者間の距離を定め、電圧を印加した後にナノチューブを投入してもよい。

【0019】

【発明の効果】本発明に係る方法では、ホルダーと一方の電極とを対向させ、印加電圧に応じた距離だけ離しておけばよいので、何らの熟練や時間を要することなく、非常に容易且つ短時間に必要な設定を行うことができる。

【0020】本発明が優れている点は、上記のような方法であるため、多数のホルダーに対して上記操作を一挙に行うことができるということである。すなわち図3に

示すように、対向電極を平板電極22とし、複数のホルダー20の先端21を平板電極22に対して略同一距離に対向して配置した状態で両者間にナノチューブを分散させた泳動液を介在させることにより（或いは、泳動液を介在させた状態で電圧を印加することにより）、複数のホルダー20に対して一度に、それらの先端21にナノチューブを固定することができる。これにより、探針の大量生産が可能となる。

【0021】なお、本発明に係る方法は、現時点で最も一般的に用いられているカーボンナノチューブの他、その炭素原子の一部又は全部がホウ素（B）やチッ素（N）に置き換わったBCNナノチューブやBNナノチューブ等に対しても適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施態様の一例を示す側面図。

【図2】 本発明に係る方法により製造された探針の先端の状態を示す側面図。

【図3】 本発明に係る方法を用いて行われるナノチューブ探針の大量生産方法の概念を示す斜視図。

【図4】 従来のナノチューブ探針の製造方法を示す工程図。

【図5】 ピラミッド型探針とナノチューブ探針との検出動作における差異を示す説明図。

【符号の説明】

10、20…ホルダー

11、21…ホルダーの先端

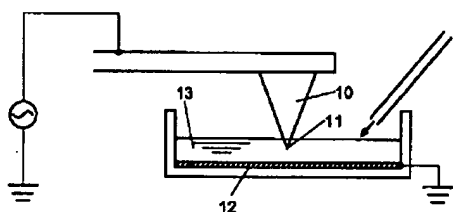
12…対向電極

22…平板対向電極

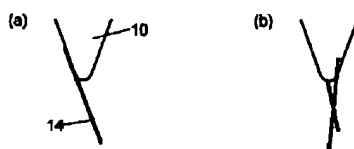
13…ナノチューブ泳動液

14…ナノチューブ

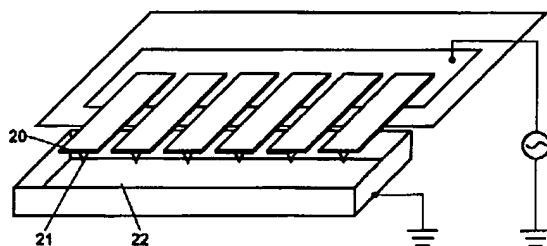
【図1】



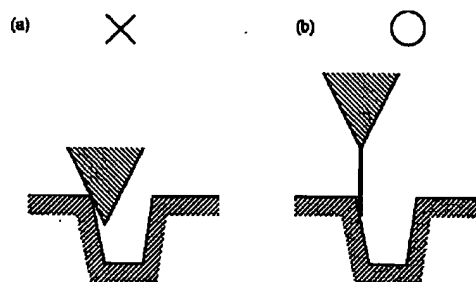
【図2】



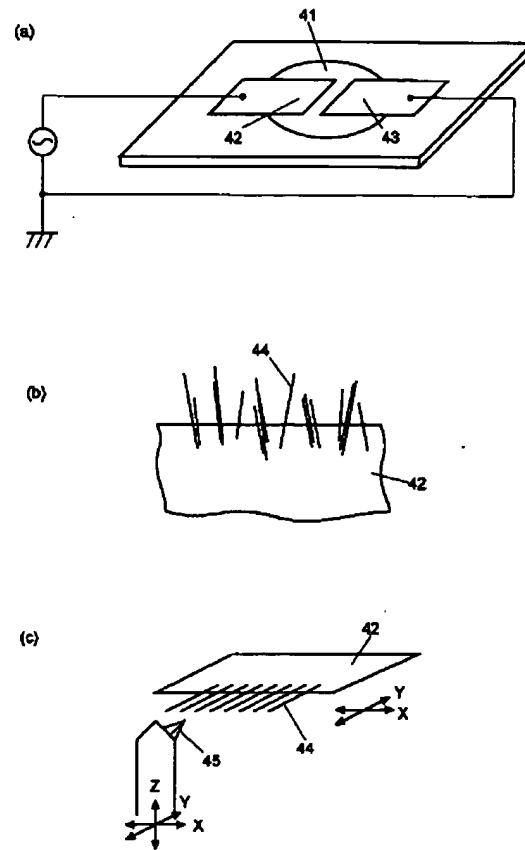
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 啓文
京都市左京区吉田本町 京都大学ベンチャー
ビジネスラボラトリー内

(72)発明者 松重 和美
京都市左京区吉田本町 京都大学ベンチャー
ビジネスラボラトリー内
Fターム(参考) 4G046 CA00 CB01 CB08

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the probe (probe) used for scanning probe mold microscopes, such as a scanning tunneling microscope (Scanning Tunneling Microscope;STM) and an atomic force microscope (Atomic Force Microscope;AFM), or the nano operating set (Atomic/Molecular Manipulator) which operates the front face of the matter by the atomic unit.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although STM and AFM have come to be widely used as equipment which obtains the real space image of a high resolution, one of the most important components of those is a probe (probe). Since these microscopes are what detects surface description according to the tunnel current of the tip of a probe, and the front face of an object, or the force between atoms, the quality at the tip influences the resolution of an image.

[0003] the metal wire which carried out chemistry dirty [of the tip] keenly as this probe by STM as which conductivity is required -- or only the cut-off metal wire which only sandwiched and came out of is used. Moreover, in AFM as which conductivity is not required, the pyramid of the silicon produced by micro processing or silicon nitride is used well. Although the tip of a probe has about dozens of nm breadth in both cases, it is because it is made in the location with the by chance sufficient convenience of the projection of an atomic scale in a tip with breadth that the resolution of subnano meter order is obtained also at such the dull tip and it serves as main points of contact on the front face of a sample. However, even when such a projection exists, the size, a form, and a presentation are not known at all, and it is said that it changes well also during a scan.

[0004] Then, the proposal of using a carbon nanotube as a probe was made (Nature, 384 (1996), p.147). A carbon nanotube is a tube formed with network-like graphite mold carbon, and has the single Wall type which is a monolayer wall, and a multiple Wall type with a multilayer wall. Although each die length is about several micrometers from dozens of nm, to being 0.4-5nm, a multiple Wall type thing is as large as 2-50nm, and, as for a diameter, single Wall type things differ. However, if the nanotube which has an aspect ratio high in this way anyway is used as a probe, the tip sharper than the above-mentioned conventional probe for whether your being Haruka can be obtained. Like as a result (a), for example, drawing 5, by the probe of the conventional pyramid mold, as the steep surface irregularity which cannot be traced enough is also shown in this drawing (b), it can detect now with a sufficient precision. Moreover, when a conductive carbon nanotube like a multiple Wall type is used, it can be used for the both sides of STM and AFM as a probe.

[0005] Since a carbon nanotube is small in this way, difficulty follows this on actually fixing at the tip of a probe. Although the approach for fixing a carbon nanotube to a holder is indicated by JP,2000-227435,A and JP,2000-249712,A, all fix to an electrode holder the thing (NT bundle) which made one nanotube in it two or more nanotubes project in a bundle by the coating film. It considers forming as coating film by the carbon film and CVD (the chemistry gaseous-phase depositing method) on which the suspension carbon matter is made to deposit with an electron beam, PVD (physical vapor deposition), etc.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The concrete approach which fixes a nanotube to an electrode holder is indicated as follows by above-mentioned JP,2000-227435,A (claim 10 of this official report). An electrical potential difference is impressed between the electrode 42 in the electrophoresis liquid 41 which distributed the carbon nanotube,

and 43 (drawing 4 (a)), and a nanotube 44 is made to adhere to an electrode 42 in the shape of a protrusion (the 1st process.). This drawing (b). Thus, microscopic approach of the electrode 42 and electrode holder 45 to which the nanotube 44 was made to adhere in the shape of a protrusion is carried out (this drawing (c)), and after the point of a nanotube 44 has projected, a nanotube 44 is transferred to an electrode holder 45 so that the end face section may adhere to an electrode-holder side (the 2nd process). Coating processing of the necessary field which contains the end face section of the nanotube 44 adhering to an electrode-holder side at least is carried out. With this coating film, a nanotube fixes in an electrode holder (the 3rd process).

[0007] It is supposed that in addition, the 3rd process of the above will carry out welding of the end face section of a nanotube to an electrode holder by JP,2000-249712,A by "a current being passed between a nanotube and an electrode holder and welding of the end face section being carried out to an electrode holder" (claim 9) or "electron beam exposure" (claim 10).

[0008] However, also in any, it considers as what "is operated, real-observing within an electron microscope" at the 2nd process to which an electrode holder 45 is made to transfer a nanotube 44 (both official reports claim 11 and [0042] - [0044]). What the tip of a nanotube and the tip of an electrode holder are actually compared for in three dimension within an electron microscope in this way since it is a microscopic thing of [the aforementioned passage / nanotube] 1nm or less to dozens of nm in a size (drawing 4 (c)) is very difficult, and a craftsman-technique is needed. namely, -- the conventional approach -- anyone -- although -- in order to be unable to say that a probe is manufactured easily and to produce one probe, there was a fault of taking very long time amount.

[0009] The place which accomplishes this invention in order to solve such a technical problem, and is made into the purpose is a short time easily, and is to offer the approach that the probe which has a nanotube at a tip can be manufactured.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The manufacture approach of the nanotube probe concerning this invention accomplished in order to solve the above-mentioned technical problem fixes a nanotube at the tip of this of an electrode holder by making the migration liquid containing a nanotube intervene between the electrode holders and counterelectrodes which have a tip, and impressing predetermined alternating voltage to it.

[0011]

[Embodiment of the Invention] If an electrical potential difference is impressed between an electrode holder and a counterelectrode, the line of electric force to which two electrodes are connected will focus at the tip of an electrode holder. By making the liquid (migration liquid) 13 containing a nanotube intervene between the tip 11 of an electrode holder 10, and a counterelectrode 12 in this condition, as shown in drawing 1 , orientation of the nanotube is carried out so that that longitudinal direction may meet line of electric force. And many nanotubes focus at the tip 11 of the electrode holder 10 which line of electric force concentrates. Some of these nanotubes 14 adhere at the tip 11 of an electrode holder 10, as shown in drawing 2 (a). As shown in this drawing (b), two or more nanotubes 14 may adhere, but since in many cases any one nanotube projects most and adheres, it can be used as a tip of a probe. What is necessary is just to eliminate it by inspection, if there are some which adhered temporarily so that two or more nanotubes might project to the almost same die length.

[0012] The adhering nanotube 14 is fixed at the tip 11 of an electrode holder 10 by the van der Waals (Van der Waals) force. Since a nanotube 14 has the small path as mentioned above, this fixed force is very strong and it does not need any adhesion means. After immobilization of this nanotube 14 makes migration liquid 13 intervene, it is performed in about several minutes. Therefore, several minutes after making migration liquid 13 intervene between [10 and 12] two electrodes, the probe by which the nanotube 14 was fixed at the tip 11 of an electrode holder 10 is obtained by pulling up an electrode holder 10 from migration liquid 13.

[0013] As an electrode holder 10, the pyramid of the metal wire conventionally used as probes, such as STM and AFM, silicon, or silicon nitride can be used. although it can be used as it is in the case of a metal wire -- silicon and silicon nitride -- like -- the case of a non-conductor or a semi-conductor -- beforehand -- CVD, PVD, etc. -- a front face -- a conductor -- it covers by film (a metal membrane, carbon film, etc.). In addition, it is good also considering the cantilever itself used by conventional STM, conventional AFM, etc. as an electrode holder.

[0014] According to the experiment of this invention person, it is necessary to consider the electrical potential difference impressed between the tip 11 of an electrode holder 10, and a counterelectrode 12 as an alternating current. Moreover, as for the frequency, it is desirable that it is 1-20MHz. Although it is necessary to set up the magnitude of an

electrical potential difference suitably according to the distance between the tip 11 of an electrode holder 10, and a counterelectrode 12, when the silicon pyramid (what covered the metal membrane) usually used as a probe by itself is used as an electrode holder 10 for example, and distance between the tip 11 and counterelectrode 12 is set to 30 micrometers, the electrical potential difference is made into about 1V.

[0015] Especially about the liquid (migration liquid) 13 containing a nanotube, the liquid which is not limited and is used generally [a methanol, ethanol, etc.] can be used.

[0016] Although various approaches can be taken to define the distance between an electrode holder 10 and a counterelectrode 12, AFM equipment can be used as an example. That is, after bringing close to the distance in which the force between atoms once commits the tip 11 and counterelectrode 12 of an electrode holder 10, an exact distance between both can be defined by the approach of detaching only a predetermined distance.

[0017] ***** [liquid] before impressing an electrical potential difference after it may introduce it before migration liquid defines the distance between the tip 11 of an electrode holder 10, and a counterelectrode 12, and it defines distance. Furthermore, installation of only the liquid of migration liquid and an injection of the nanotube to the liquid may be separated in time.

[0018] The distance between the tip 11 of an electrode holder 10 and a counterelectrode 12 is specifically, for example, first, defined, both are stationed, and after impressing an electrical potential difference, the migration liquid containing a nanotube is slushed. Or after defining distance, only liquid is slushed, and a nanotube is fed into liquid after impressing an electrical potential difference. Furthermore, a nanotube may be thrown in after defining the distance between both where the tip and counterelectrode 12 of an electrode holder 10 are soaked, and impressing an electrical potential difference into liquid.

[0019]

[Effect of the Invention] A very easy and setup required for a short time can be performed without the approach concerning this invention taking any skill and time amount, in order for what is necessary to be to make an electrode holder and another electrode counter and to detach only the distance according to applied voltage.

[0020] Since the points that this invention is excellent are the above approaches, I hear that they can perform the above-mentioned actuation at once to many electrode holders, and there are. Namely, the thing made for the migration liquid which distributed the nanotube to intervene among both in the condition of having used the counterelectrode as the plate electrode 22, having countered abbreviation same distance and having arranged the tip 21 of two or more electrode holders 20 to a plate electrode 22 as shown in drawing 3 (or) By impressing an electrical potential difference in the condition of having made migration liquid intervening, a nanotube is fixable at those tips 21 at once to two or more electrode holders 20. Thereby, mass production method of a probe is attained.

[0021] In addition, the approach concerning this invention can be applied by some or all of the carbon atom besides the carbon nanotube most generally at present used also to a BCN nanotube, BN nanotube, etc. which replaced boron (B) and nitrogen (N).

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of the nanotube probe characterized by fixing a nanotube at the tip of this of an electrode holder by making the liquid containing a nanotube intervene between the electrode holders and counterelectrodes which have a tip, and impressing predetermined alternating voltage to it.

[Claim 2] The manufacture approach of the nanotube probe according to claim 1 which uses a counterelectrode as a plate electrode and is characterized by countering abbreviation same distance and arranging the tip of two or more electrode holders to a plate electrode.

[Claim 3] The manufacture approach of the nanotube probe according to claim 1 or 2 characterized by a nanotube being a carbon nanotube.

[Claim 4] the electrode holder which has a tip -- a front face -- a conductor -- it covered by the film -- un--- the manufacture approach of the nanotube probe according to claim 1 to 3 characterized by consisting of a conductor or a semi-conductor.

[Claim 5] The manufacture approach of the nanotube probe according to claim 1 to 3 which uses a conductive cantilever as the above-mentioned electrode holder.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The side elevation showing an example of the embodiment of this invention.

[Drawing 2] The side elevation showing the condition at the tip of the probe manufactured by the approach concerning this invention.

[Drawing 3] The perspective view showing the concept of the mass-production-method approach of the nanotube probe performed using the approach concerning this invention.

[Drawing 4] Process drawing showing the manufacture approach of the conventional nanotube probe.

[Drawing 5] The explanatory view showing the difference in detection actuation with a pyramid mold probe and a nanotube probe.

[Description of Notations]

10 20 -- Electrode holder

11 21 -- Tip of an electrode holder

12 -- Counterelectrode

22 -- Monotonous counterelectrode

13 -- Nanotube migration liquid

14 -- Nanotube

[Translation done.]